

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2003-508925

(P2003-508925A)

(43) 公表日 平成15年3月4日 (2003.3.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 1 S 5/22	6 1 0	H 0 1 S 5/22	6 1 0 5 F 0 7 3
5/026	6 1 6	5/026	6 1 6
	6 1 8		6 1 8
5/125		5/125	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 27 頁)

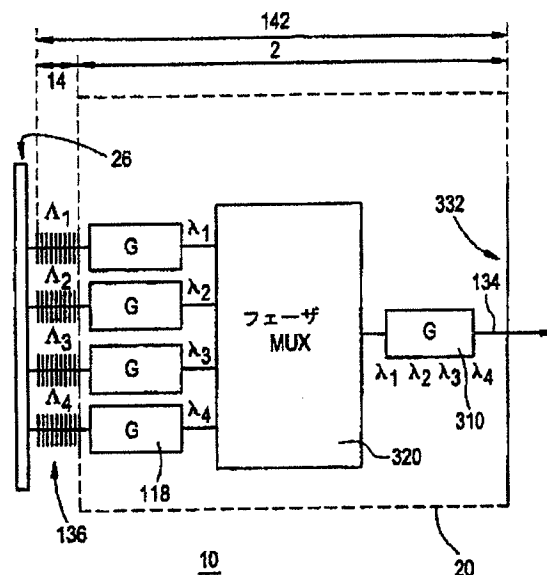
(21) 出願番号 特願2001-520517(P2001-520517)
(86) (22) 出願日 平成12年7月11日 (2000.7.11)
(85) 翻訳文提出日 平成14年2月28日 (2002.2.28)
(86) 国際出願番号 PCT/US00/18865
(87) 国際公開番号 WO01/017073
(87) 国際公開日 平成13年3月8日 (2001.3.8)
(31) 優先権主張番号 09/386, 544
(32) 優先日 平成11年8月31日 (1999.8.31)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 コーニング・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国ニューヨーク州14831, コーニング, リバーフロント・プラザ 1
(72) 発明者 ザー チュン-エン
アメリカ合衆国 ニュージャージー州 07733 ホルムデル パーガンディドライブ 11
(74) 代理人 弁理士 藤村 元彦
Fターム(参考) 5F073 AA65 AB06 AB21 AB25 EA04

(54) 【発明の名称】 多波長分布ブラッグ反射フェーズドアレイレーザ

(57) 【要約】

多波長レーザは、波長正確性を与えるフェーザ部 (2) と、当該フェーザ部 (2) に結合されて、フェーザ部 (2) とともにレーザキャビティ (142) を形成するDBR部 (14) とを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザキャビティと、

前記レーザキャビティに配置されたフェーザ部と、

フィードバックミラーとして前記フェーザ部に連結され、前記レーザキャビティでレイジングを持続させるDBR部と、を含むことを特徴とする多波長レーザ。

【請求項2】 前記レーザキャビティに連結されて、波長あたり2.5Gb/sよりも大なる同時多重チャンネル変調を与える電子吸収変調器アレイを更に含むことを特徴とする請求項1記載の多波長レーザ。

【請求項3】 前記レーザキャビティと一体化されて、波長あたり2.5Gb/sよりも大なる同時多重チャンネル変調を与える集積化外部電子吸収変調器アレイを含むことを特徴とする請求項1記載の多波長レーザ。

【請求項4】 前記フェーザ部は、フェーザマルチプレクサからなることを特徴とする請求項1記載の多波長レーザ。

【請求項5】 前記フェーザ部は、前記レーザキャビティの中央に配置したフェーザマルチプレクサを含むことを特徴とする請求項1記載の多波長レーザ。

【請求項6】 前記DBR部は、前記レーザキャビティの第1の端部を形成し、前記レーザキャビティ内への戻り光を反射する分布ブラッグ反射器を含むことを特徴とする請求項1記載の多波長レーザ。

【請求項7】 前記フェーザ部は、前記レーザキャビティの第2の端部を形成して、前記レーザキャビティ内に光を反射して戻す反射面を含むことを特徴とする請求項6記載の多波長レーザ。

【請求項8】 前記反射面は、劈開ファセットからなることを特徴とする請求項7記載の多波長レーザ。

【請求項9】 前記反射面は、第2の分布ブラッグ反射器からなることを特徴とする請求項7記載の多波長レーザ。

【請求項10】 前記DBR部は、前記レーザキャビティの前記システム波長のすべてをカバーする広反射バンドを生じる複数のチャープ化分布ブラッグ反射器を含むことを特徴とする請求項1記載の多波長レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザに関し、特に、光通信における送信機に使用される分布反射型 (distributed Bragg reflector : DBR) レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

波長分割・多重化 (WDM) ネットワークでは、物理的に1本のファイバに同時に送信される独立のチャネル数は、透過する離散波長の数に等しい。これらのチャネルは、高い情報スループット、フレキシブルなバンド幅制御、光透明性、経済的な方法での光アド／ドロップスイッチングの探求をシステムインテグレータに許容する。

【0004】

データ通信DWDMシステムアプリケーションにおいて、クロストーク仕様を満たし、且つ、その標準的な動作寿命 (約25年) を越えるシステムの動作の信頼性を確保するために、伝送波長は、ITUグリッドの国際電気通信連合 (ITU) の標準波長のうちの1つに固定されてきた。高密度波長分割多重化 (DWDM) システムで使用される多重波長光学制御フェーズドアレイ (phaser : フェーザ) アンテナアプリケーションでは、アンテナアレイ素子の数は、波長の数に等しい。

【0005】

上記DWDMアプリケーションをサポートするためには、高い波長正確性を有する集積化多波長レーザの使用が望まれる。この種のレーザは、以下の要件、すなわち、組立によりあらかじめ決定される安定な波長コム、簡略化された光学パッケージ、コンポーネント共有 (例えば一般の温度冷却器及び光アイソレータ)、簡略化された試験法、及びコンパクトさ、の要件を満たさなければならない。上記の長所は、当初調達コスト及び続く動作コストの両観点から波長あたりの伝

送コストを減じなければならない。周知のように、レーザ波長コムは、出力波長がチャネルセパレーション若しくは波長間隔で分離されたレーザの数Nを有するレーザアレイを参照する。

【0006】

単一のレーザチップで得られるチャネル数は、材料のゲインバンド幅及びチャネル間での波長間隔によって制限される。シリカベースエルビウム添加ファイバ増幅器(EDFA)の平坦なゲインを利用するためには、システム波長は、1545nmから1560nmに制限される。40チャネルシステムでは、望ましい波長間隔は、0.4nm(若しくは、周波数間隔で50GHz)である。その内蔵DFBグレーティング及び半導体導波路の屈折率によって決定されるフリーランニングの商用の分布帰還型(DFB)レーザのレイジング波長は、温度によって変化し、故に、温度制御をしなければならないことが公知である。例えば、DFBレーザは、固定された波長を維持するために温度冷却器及び/またはアイソレータとともにしばしば使用される。ある周知の固定されたDFBレーザアレイ技術において、所望のオンチップパワー結合器及び共有出力半導体光増幅器(SOA)の中で $\pm 0.2\text{nm}$ (25GHz)の波長正確性が高い歩留まりで達成される。マルチプレクサ/デマルチプレクサフィルタ応答の平坦な頂部領域が、チャネルスペーシングの一断片にある故に、このレーザアレイでサポートされる最小システム波長間隔(スペーシング)は、約1.6nm(200GHz)である。特に多くのフィルタカスケードが必要であるリングまたは長距離ネットワークのためには、波長スペーシングは正確に固定されていなければならない。

【0007】

波長正確性が波長可変レーザアレイを用いて大幅に改善され得るが、DBRレーザアレイの如き、固定波長レーザアレイは、単純な動作及び長期の信頼性の観点から、波長可変のものよりも望ましい。

多波長レーザの実現のための1つのアプローチは、フェーズドアレイ(フェーザ)レーザを形成する波長マルチプレクサを有するゲイン素子のアレイを集積化することである。このようなフェーザレーザにおいては、マルチプレクサは、1つの劈開端部及び劈開した時の反対側の端部の上に高反射コートされたファセッ

トによって画定されるレーザキャビティの中に位置する。

【0008】

周知のように、共有ゲイン素子は、任意である。低損失マルチプレクサを有するフェーザレーザの18-波長同時の連続波（CW）動作が文献において最近、開示された。この場合、レーザのチャネル間隔は、波長マルチプレクサのチャネル間隔に等しい。波長間隔の変動が長手方向のモード間隔のオーダー（ $<0.02 \text{ nm}$ ）である故に、フェーザレーザの波長スペーシングは極めて一様であることが期待される。このアプローチで、 0.4 ナノメートル の波長間隔で40チャネルを結合することが達成される。しかしながら、フェーザレーザのチャネルあたりの 1 Gb/s を上回る直接変調は、長いレーザキャビティの制限がある故に達成され得なかった。

【0009】

3 dB 変調バンド幅がキャビティ長が減じられるにつれて増加する故に、長いキャビティレーザは、高いビットレートで直接的に調整することができない。ピーク振動数が信号の調和振動数のうちの1つに近いとき、信号はゆがめられるであろう。それゆえに、高いビットレートアプリケーションにおいて、長いキャビティレーザが高速外部変調器を変調バンド幅の中心方向へピーク周波数を戻すようにシフトするために必要である。この外部変調器は、非常に高価である。それゆえに、外部変調のための内部変調器を有する長いキャビティレーザを集積化するコストを節減する理由が少なくともあるのである。

【0010】

共有出力光ゲイン素子による厳しい光クロストークが他の欠点であって、これは同時に多チャネル変調を制限する。

他のフェーザアプローチは、選択されたエリタキシによって形成された電子吸収変調出力を有する8-チャネルデジタル可変送信器において示されてきた。ある電子吸収変調器を集積化したデジタル波長選択可能フェーザレーザが出力とともに第2オクタ回折光を使用して実証されてきたが、その出力パワーは低かった（ほぼ -16 dBm ）。この選択可能フェーザレーザは、小さな自由スペクトルレンジと非反射（AR）/高反射（HR）分割コーティングを必要としており、

1つのファセット面において、このチップは大であって、分割ファセットコーティングのアプリケーションは困難である。それゆえに、波長につき2.5Gbits/sを越える同時多チャンネル変調可能なレーザを提供し、追加の特徴として、例えば分割コーティングの如き複雑でなく、波長正確性及び選択性を提供したいとの願望がある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の1つの特徴は、フェーズドアレイマルチプレクサによって第1の反射端部及び広帯域ミラーによる第2の反射端部で画定されるレーザキャビティから形成される多波長レーザの結合された利点である。

他の特徴では、本発明はブロードバンドミラーとして、分布ブラッグ反射器を含む。

【0012】

本発明の追加の特徴及び利点は、以下の詳細な説明に記載され、そして、部分的には、当業者であれば、その詳細説明から直ちに明らかとなるであろうが、添付した図面とともに詳細説明、特許請求の範囲を含む本願を実施することによっても認識されるであろう。

上述した全体的な説明及び以下の詳細な説明は、単に本発明の典型例に過ぎず、特許請求の範囲としての本発明の特性及び特徴を理解するための概要または骨組を与えることを意図していることを目的としていることを理解されたい。添付図面は、本発明の更なる理解を提供するために含まれており、ここに組み入れられて、本願明細書の一部を構成する。図面は、本発明のさまざまな実施例を図示するとともに、本発明の原理及び動作の説明に供される。

【0013】

【発明の実施の形態】

引用は、本発明の現時点での好適な実施例を詳細にするであろう。また、これらの例は、添付図面に図示される。可能な限り、同じ参照番号が同様の部分又は類似の部分を参照するために図面全体に亘って使用されている。

本発明の教示によると、図1に図示されているように、フェーザ/DBRレー

ザと称される多波長レーザの新規なクラスが示される。本発明の多波長レーザの典型的な実施例が図1に示されており、非集積化若しくは集積化チップの形態のいずれにおいても、参照番号10として全体に亘って示されている。本発明によると、多波長レーザ10は、フェーザ部2及びブロードバンドミラー領域、例えばDBR部14を含む。レーザキャビティ142の一端に配置された劈開ファセット332は、全てのチャンネルに亘って波長のブロードバンド反射を与える。DBR部14のブロードバンドミラー136は、レーザキャビティ142の反対の端部を与えて、チャンネル間隔よりも小さい反射バンド幅を有する。劈開ファセット332とブロードバンドミラー136との間のレーザキャビティ142に配置されたフェーザ部2のフェーザマルチプレクサは、内部キャビティ波長フィルタを与えるためのブロードバンドミラー136の反射バンド幅未満の狭い透過バンド幅を有する。換言すれば、レーザキャビティに配置され、劈開ファセットに結合されたフェーザマルチプレクサは、自由スペクトルレンジと内部キャビティ波長フィルタを与えるための狭い透過バンド幅を有する。ブロードバンドミラーは、レーザキャビティの反対の端部を与え、前記した狭い透過バンド幅よりも広く、且つ、選択された波長の反射を与えるフェーザマルチプレクサの自由スペクトルレンジよりも狭い反射バンド幅を有する。

【0014】

波長あたり2.5Gb/sを越える同時多重チャンネル変調が実現され得るように、このフェーザ/DBRは、外部電子吸収変調器410のアレイ（図2を参照）を集積化し得るように結合されたフェーザレーザの波長正確性を与える。図1を参照すると、フェーザマルチプレクサ320は、左若しくは第1の反射端部での各DBR136と、劈開ファセット332、すなわち図2の高反射コートファセット132若しくは右又は第2の反射端部でのもう一つのDBR（図示せず）の間で形成されたレーザキャビティ142の中央に位置する。要求される反射率を有する反射配列のいくつかの形態がキャビティに存在する限り、キャビティは上記したように、働かなければならない。

【0015】

共有出力導波路134からのレイジング波長は、光学ゲイン素子118が特定のコム

の特定の波長を選択する左側、すなわち入力側若しくは第1の反射端部でバイアスを掛けられることで、物理的に決定される。

フェーザマルチプレクサ320について既知であるように、自由スペクトルレンジ f_{FSR} 及び中心波長 λ_c は、以下の式によって決定される。

【式1】

$$f_{FSR} = \frac{c/\lambda_c}{m(1 - \frac{\lambda}{n_{eff}} \frac{dn_{eff}}{d\lambda})}$$

【式2】

$$\lambda_c = \frac{n_{eff} \Delta L}{m}$$

ここで、 m はフェーザの番号、 n_{eff} はアレイ導波路モードの実効屈折率、 ΔL は隣接アレイ導波路間の長さの差である。ガウスビーム近似値を使用して、dBスケールのフェーザマルチプレクサの透過スペクトル応答は、以下の方程式によって概略、与えられる。

【式3】

$$T(\Delta f)_{dB} = -8.69 \left(\frac{D \Delta f}{W_e} \right)^2$$

ここで、 Δf は中心波長からの周波数デチューニング、 W_e はモード場の実効導波路幅、分散 D は、以下の式によって与えられるように、単位周波数変化あたりの像平面に沿ったフォーカスポットの横方向変位である。

【式4】

$$D = \frac{\lambda_c}{n_{slab} f_{FSR} \Delta \alpha}$$

ここで、 n_{slab} はスラブ導波路モードの実効屈折率、 $\Delta \alpha$ はファンイン及びファンアウト領域の隣接したアレイ導波路間のビーム開き角である。図3は、2つの

異なる分散 (5/200及び10/200 $\mu\text{m}/\text{GHz}$) でのフェーザマルチプレクサの透過スペクトル応答を示す。実効導波路幅は、2 μm と仮定される。

【0016】

フェーザマルチプレクサの所与の自由スペクトルレンジ内で、各々のピーク透過波長は、フェーズドアレイによって形成される分散D及び光学ゲイン素子に接続された各入力導波路の物理的な位置によって決定される。各々のピークの透過波長は、同じフェーズドアレイによって包括的に決定されるので、波長結合器のチャンネル間隔は、極めて一様である。いかなる製造上における不完全性があっても、例えば、チャンネル間隔が不変のままとなるように、フェーズドアレイの材料屈折率及び層厚さ変動が等しく全てのピークの透過波長を変化させるだろう。チャンネル間隔がシステム条件を満たす場合、絶対波長誤差はヒートシンク温度を調整することによって修正することができる。

【0017】

DBRとして知られているように、ブラッグ波長 λ_B 及び反射スペクトル応答 $R(\Delta f)$ は、以下の方程式によって与えられる：

【式5】

$$\lambda_B = 2n_{\text{eff}}\Lambda$$

【式6】

$$R(\Delta f)_{\text{dB}} = 20 \log \left| \frac{-j\kappa \tanh(\gamma L)}{\gamma + (\alpha/2 + j2\pi m \Delta f / c) \tanh(\gamma L)} \right|$$

【式7】

$$\gamma^2 = (\alpha/2 + j2\pi m \Delta f / c)^2 + \kappa^2$$

ここで、Lはグレーティング空間周期、

【外1】

$$L$$

はグレーティング長さ、 α は導波路の吸収係数、 κ はグレーティング結合定数である。図4は、 $\kappa L = 1$ 及び2つの異なるグレーティング長さ、100及び200 μm を有するDBRの反射スペクトル応答を示す。導波路損失は、それぞれゼロ（実線）及び20/cm（一点鎖線）と仮定される。導波路損失は、拡散反射率を減じるが、反射バンド幅にほとんど影響を及ぼさない。

【0018】

各々のブラッグ波長がそのローカル実効屈折率及びグレーティング周期によって決定されるので、製造不完全性によるブラッグ波長のローカル変位は、システム公差を凌ぐ波長結合器の範囲内でのチャネル間隔変化を導く。

2つの従来技術における構造（フェーザ及びDBR）の利点を結合すると、本発明の教示によると、フェーザ/DBRキャビティのレイジング波長は、最小平均単一行程損失及び往復多重 π 位相状態によって決定される。共有ファセットがミラー損失を有していないと仮定するならば、平均単一行程損失は、次の式によって与えられる。

【式8】

$$Loss(\Delta f)_{dB} = T(\Delta f)_{dB} + R(\Delta f)_{dB}/2$$

図5は、フェーザマルチプレクサ（一点鎖線）及びDBR（実線）の透過及び反射スペクトル応答をそれぞれ示している。典型的なフェーザマルチプレクサの透過バンド幅は、典型的なDBRの反射バンド幅よりも非常に小さい。したがって、DBRはブロードバンドミラーとして作用する。

【0019】

本発明によって教示されるように、図6は、周波数デチューニングの関数として、フェーザ/DBRキャビティの平均単一パス損失を示す。各スペクトル応答は、図5の曲線に示される。したがって、DBRでは、 $\kappa L = 1$ 及び $L = 100\mu\text{m}$ が仮定され、フェーザマルチプレクサでは、 $D = 10/200\text{m/GHz}$ 及び $W_e = 2\mu\text{m}$ が仮定される。製造の不完全性を考慮して、図6の一点鎖線は、DBRのブラッグ波長がフェーザマルチプレクサのピークの透過波長に関して $\pm 100\text{GHz}$ だけばらつくときの計算されたスペクトルの応答を示している。このグラフにおいて、

DBRでは、 $\kappa L = 1$ 及び $L = 100 \mu\text{m}$ が仮定され、フェーザマルチプレクサでは、 $D = 10/200\text{m/GHz}$ 及び $W_e = 2 \mu\text{m}$ が仮定される。実線は、フェーザマルチプレクサのピーク透過波長とDBRのピーク反射波長との間の周波数デチューニングのないときのものを表している。一点鎖線は、 $\pm 100\text{GHz}$ 周波数デチューニングのあるときを表している。このデチューニングの場合において、最小損失波長は、 $\pm 100\text{GHz}$ のミスアライメントを有するにもかかわらず、フェーザマルチプレクサによって主に決定される。図5の曲線で示すように、より少なく要求される装置パラメータのときであっても、最小の損失波長は $\pm 100\text{GHz}$ ミスアライメントを有するにもかかわらず、図7で示すフェーザのピーク透過波長の5GHz以内にある。両方のコンポネントが材料屈折率から生じる同じ温度依存性を有している故に、波長デチューニングはヒートシンク温度で変化しない。ファセットミラー損失及び過剰導波路損失ともに1545nmから1560nmの波長範囲内で独立した波長である故に、これらはここでの教示において言及されない。

【0020】

最小の損失状態に加えて、レイジング波長は、往復行路多重 π 位相状態を満たさねばならない。位相状態によるレイジング波長の不確実性は、モード間隔の約 \pm 半分である。1cmのキャビティ長では、モード間隔は、約4GHzである。損失及び位相状態を考慮に入れると、フェーザ/DBRレーザのレイジング波長の不確実性は、最良の設計でフェーザレーザのレイジング波長の不確実性と等しく、 $< \pm 2\text{GHz}$ であって、それほど要求されない設計の場合であって、 $< \pm 7\text{GHz}$ である。いずれの設計とも、50GHzのチャネル間隔で、40-波長または40-チャネルシステムをサポートすることが可能でなければならない。

【0021】

DBRのそれに関してフェーザマルチプレクサの波長結合器を一直線に並べる1つの方法が図9に示される。共有出力光ゲイン素子310がどちらかのコムを選択するようにバイアス掛けされるように選択することで、波長デチューニングが最小になるように、フェーザの波長コム320が別々に調整され得る。バイアス無しでは、光学的に不透明である故に、バイアス無しの出力光ゲイン素子310が機能しない。

【0022】

図10は、いくつかの多波長レーザの比較一覧を示す。本発明のフェーザ/DBRレーザは、多彩な効果を有する。正確な波長間隔は、エルビウムを添加されたファイバ増幅器の平坦なゲイン領域の範囲内で、40波長若しくはチャンネルをサポートし得るフェーザマルチプレクサによって主に定義される。

本発明の教示によると、本発明のフェーザDBRは、従来のフェーザレーザのマルチバンドレージングの問題を回避する。フェーザマルチプレクサのスペクトルの応答が周期的であるので、フェーザのレイジング波長は、半導体ゲイン素子の非常に幅広いバンド幅（～100nm）故に、所与の自由スペクトルレンジからは全く来ないかもしれない。この状態は、要求されるシステム波長結合器から、いくつかの不明な波長を導く。近年、正の放物線のチャープを有する導波路グレーティングルータースターカプラによって実施された二重チャープフェーズドアレイは、サイドバンド透過を減じるために提案された。しかしながら、DBRは周期的でない故に、本発明のフェーザ/DBRレーザはこの種のマルチバンドのレイジング問題を有しない。故に、従来のフェーザレーザよりもフェーザマルチプレクサにおける設計自由度が高いのである。

【0023】

本発明のフェーザ/DBRは、また、低チャープと、波長あたり2.5Gb/sを越える高速変調の利点を提供する。図2に示すように、外部変調器410のアレイは、フェーザ/DBRレーザキャビティ142の外側でモノリシック集積化され得る。この構成において、低チャープ及び高速変調は、波長につき2.5Gb/sを超えて得ることができる。本発明の1つの態様における光ピグテールを単純化するために、変調された波長は、図2で示す同じフェーザマルチプレクサ320によって1つの出力導波路に再結合され、故に完全にマルチプレクサのユニークなルーティング能力を利用するのである。出力導波路134のファセットから、背面反射による光クロストークを避けるために、公知のフェーザレーザの高反射コートファセットの代わりに、非反射ファセットコーティング26を有するウインドウファセットが図2及び図1に与えられる。

【0024】

図8に示すように実行され得る波長選択可能動作が他の利点である。この状態において、チャープ化DBR936は、全てのシステム波長をカバーする広帯域反射帯を生じる。主にフェーザ320によって決定されるレイジング波長は、どの光学ゲイン素子118がバイアス掛けされることで選択される。選択された波長は、それから共有集積化された外部変調器410によって調整される。出力光増幅器210は、任意である。出力導波路のファセット134からの背面反射による光学クロストークを避けるため、非反射ファセットコーティング26を与えられたウインドウファセットが使用される。本発明による波長選択可能フェーザ/DBRレーザは、従来のフェーザレーザの低い変調速度の欠点を有しない。WDMネットワーク素子のバックアップレーザとして、図8の波長選択可能なレーザを使用することは、N伝送を防止する経済的な方法である。ここで、Nは、1つのレーザチップからの波長選択の数である。

【0025】

図8の集積化されたフェーザ/DBRレーザチップに関して、本発明の教示によると、受動導波路134を集積化した半導体光増幅器(SOA)210の如き、個々の素子のすべて、すなわちフェーザデマルチプレクサ320、チャープDBR内のブラッググレーティング、及び集積化電子吸収変調器410は、個々に公知であって、必ずしも好適に結合されるものではないので、これらは、ここでは詳述しない。

【0026】

例えば、他の種類のブロードバンドミラーがDBRと置換され得るなど、改良及びバリエーションは、要求されるDBR及びフェーザの組合わせの詳細に依存して、本発明の多波長レーザにおいて形成され得ることは、当業者であれば明らかであろう。

さまざまな改良及びバリエーションが本発明の精神と範囲から逸脱することなく、本発明においてなされ得ることは、当業者にとって明らかである。以上の如く、本発明は、特許請求の範囲及びそれらの均等の範囲内で与えられる本発明の変態様及びバリエーションをカバーすることを意図している。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による多波長フェーズドアレイ（フェーザ）／分布ブラッグ反射（DBR）レーザのダイアグラム図である。

【図2】 本発明による集積化された外部変調器アレイを有する多波長フェーザ／DBRレーザの図である。

【図3】 2つの異なる分散（5/200及び10/200 $\mu\text{m}/\text{GHz}$ ）を有するフェーザマルチプレクサの透過スペクトルの応答のグラフである。

【図4】 $\kappa L = 1$ 及び100及び200 μm の2つの異なる波長を有するDBRの反射スペクトルの応答のグラフである。

【図5】 フェーザマルチプレクサ（一点鎖線）及びDBR（実線）の透過及び反射スペクトルの応答のグラフである。

【図6】 DBRで $L=100 \mu\text{m}$ 、フェーザマルチプレクサで分散 $D=10/200 \mu\text{m}/\text{GHz}$ であるときの周波数デチューニングの関数としての図1のフェーザ／DBRキャビティの平均単一パス損失のグラフである。

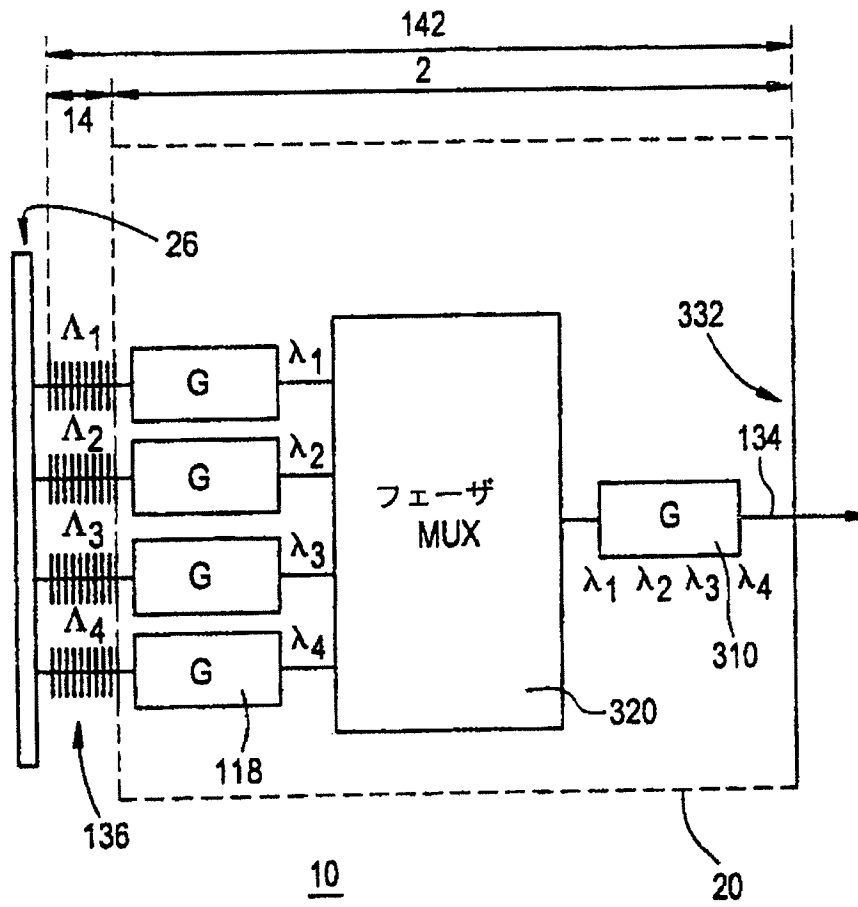
【図7】 DBRで $L=200 \mu\text{m}$ 、フェーザマルチプレクサで分散 $D=5/200 \mu\text{m}/\text{GHz}$ であるときの周波数デチューニングの関数としての図1のフェーザ／DBRキャビティの平均単一パス損失のグラフである。

【図8】 本発明による集積化された外部変調器を有する波長選択可能フェーザ／DBRレーザの図である。

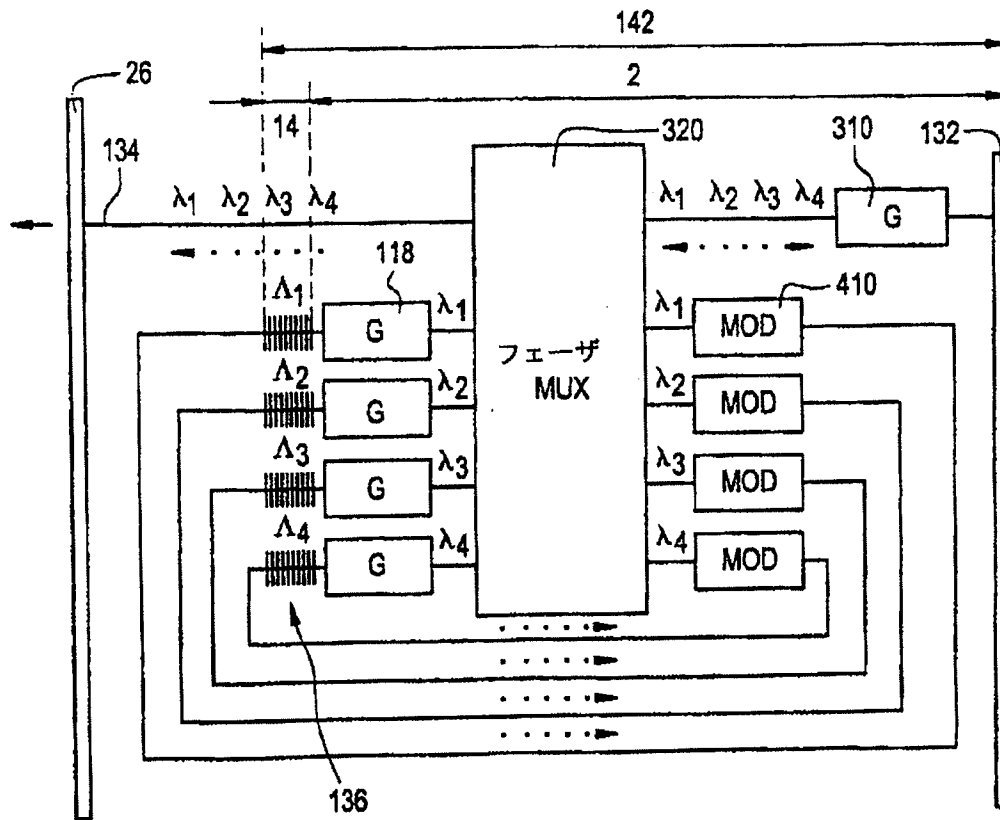
【図9】 本発明による複数のDBRを有するフェーザマルチプレクサの波長マッチングを示すフェーザ／DBRの図である。

【図10】 従来技術によるレーザと本発明によるフェーザ／DBRレーザとの比較を示すチャート図である。

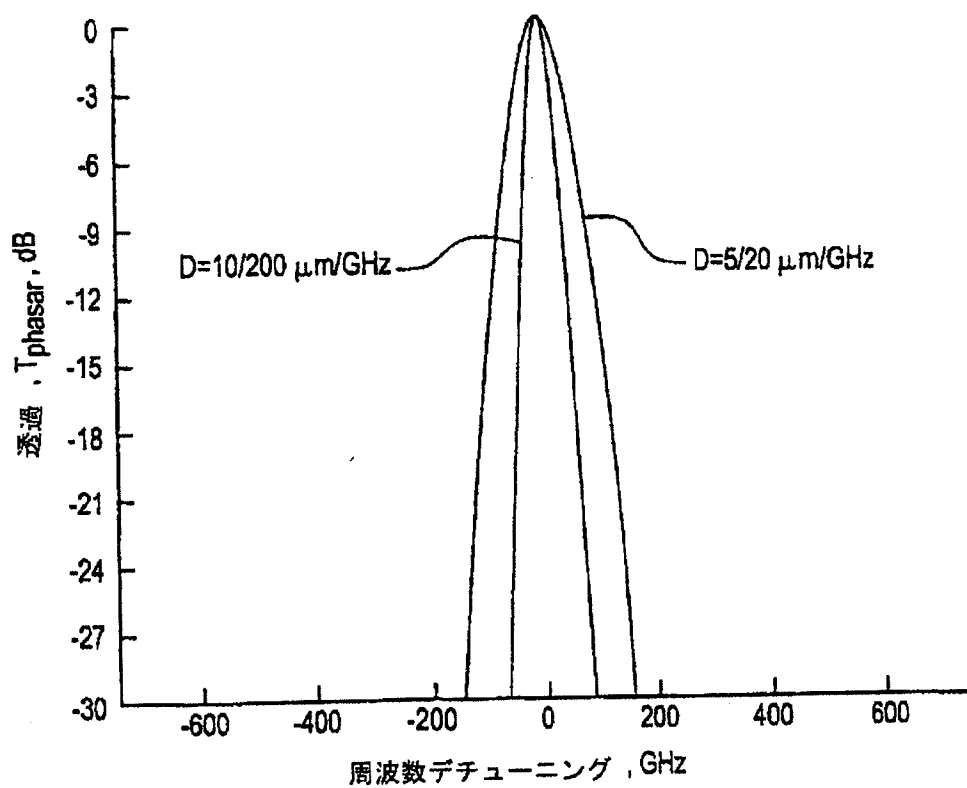
【図1】



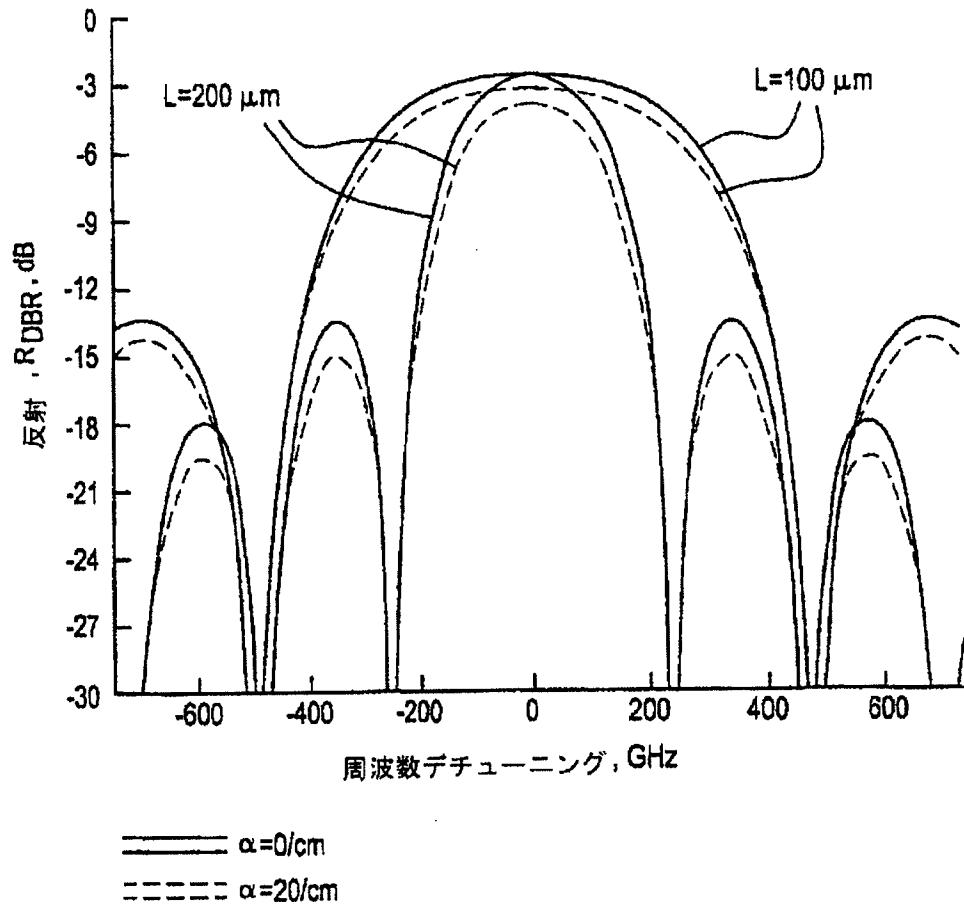
【図2】



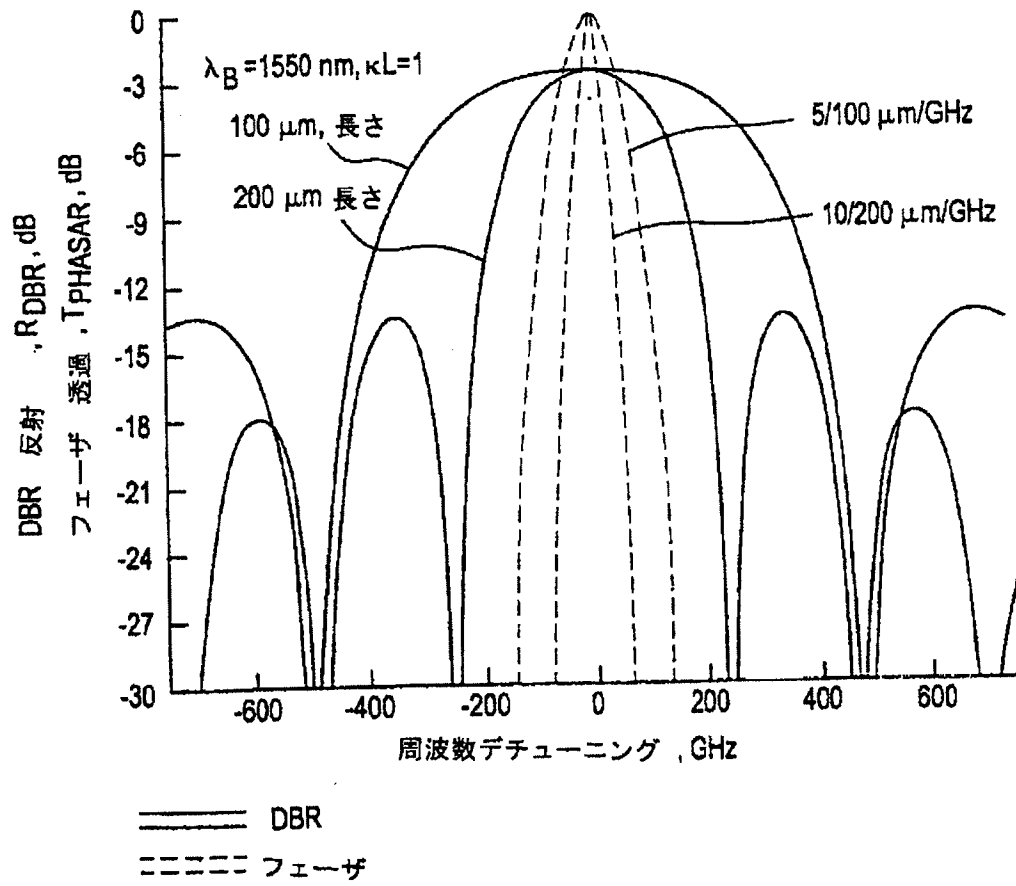
【図3】



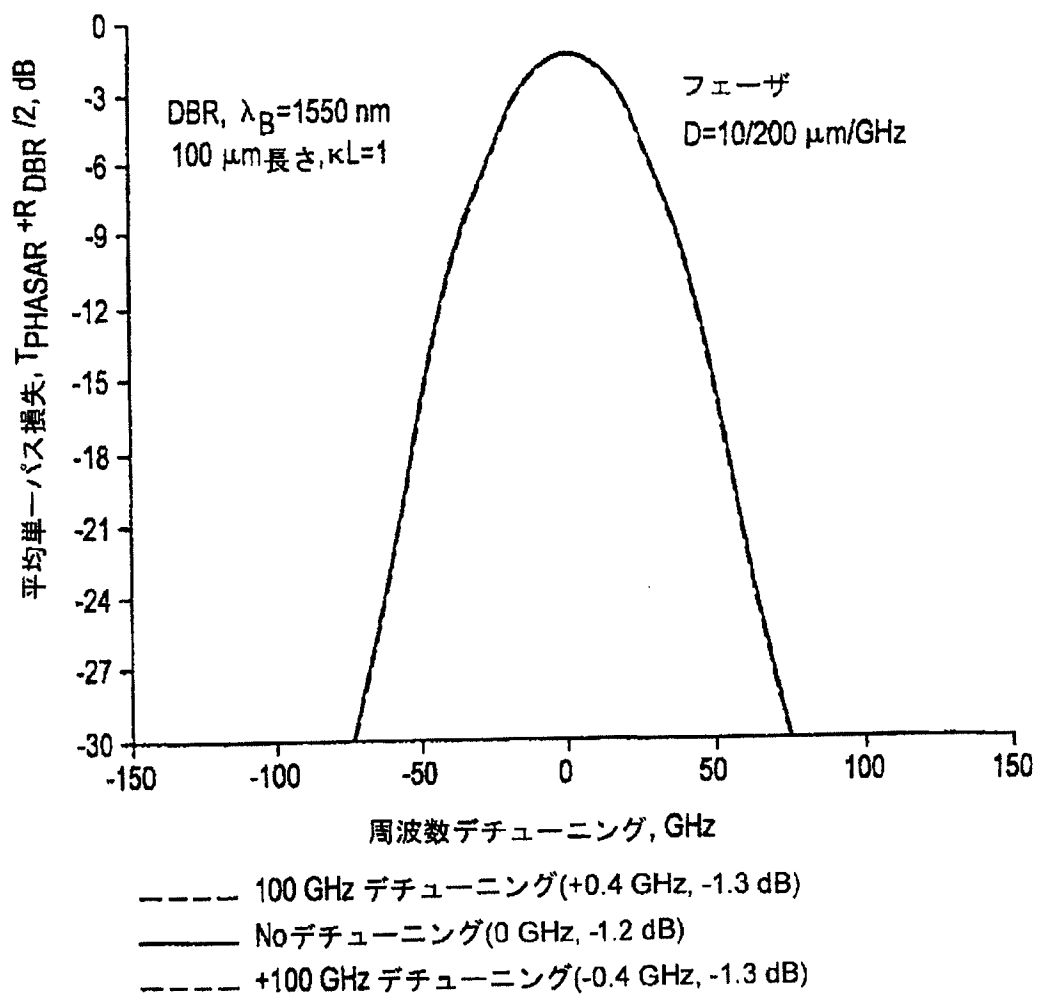
【図4】



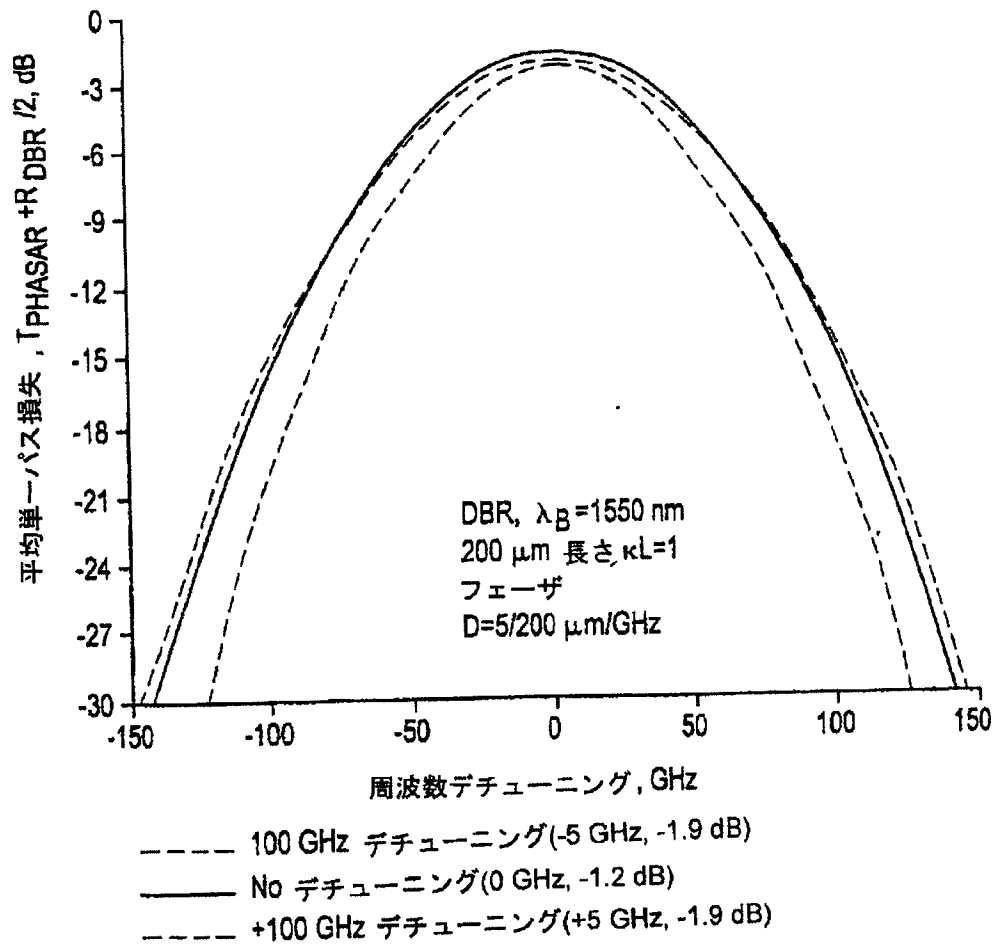
【図5】



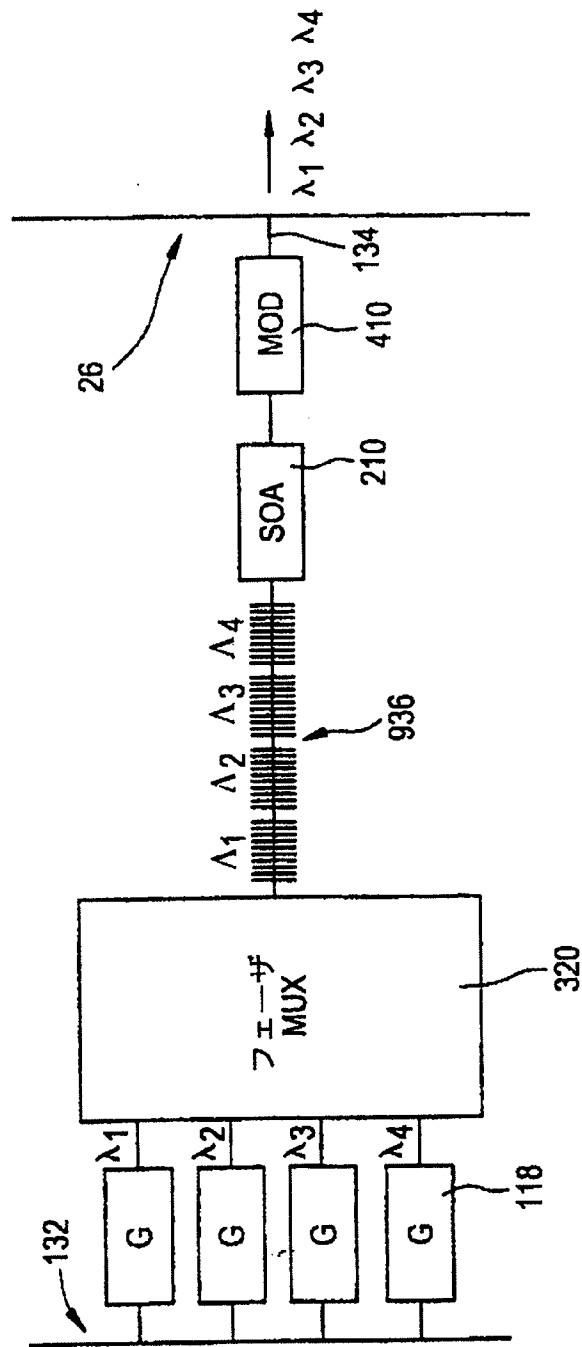
【図6】



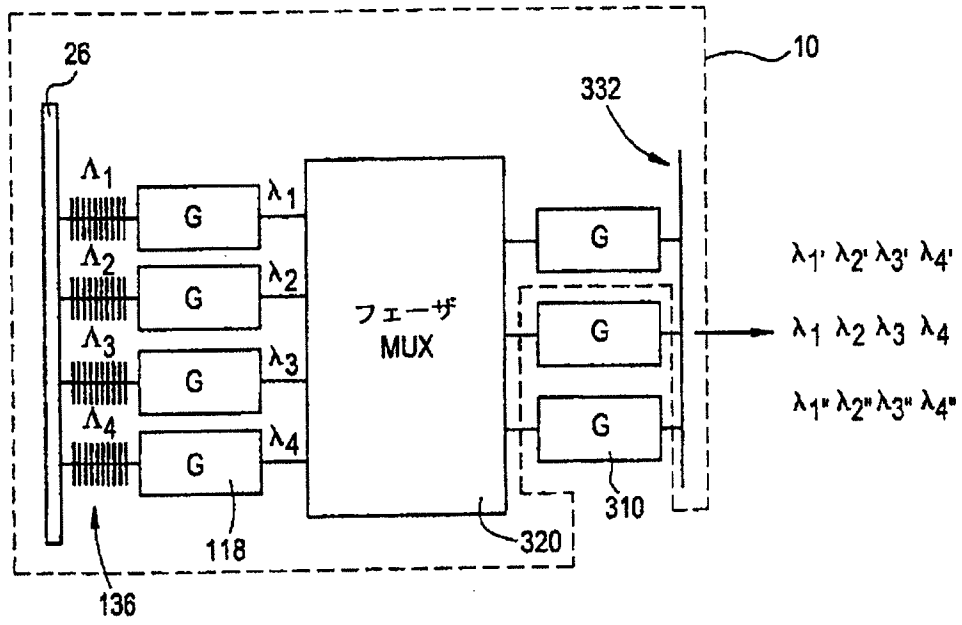
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

特徴	DFB/DBR レーザアレイ	フェーザ レーザ	フェーザ /DBRレーザ*
波長正確性	- ±0.2 nm	+ ±0.02 nm	+ ±0.02~0.05 nm
波長数	+ 8-21	+ 8-18	+ 8-18
波長モード安定性	+ 極めて安定	+/- 直接変調下でモード ジャンプの可能性	+/- 直接変調下でモード ジャンプの可能性
単一変調器を 用いての 波長選択	+ yes	+/- yes (低出力パワー若しくは 大なるチップ)	+ yes
しきい値電流	+ 10-30 mA	- 30-60 mA	- 30-60 mA
波長あたりの 出力パワー	+/- -13 dBm 共有SOAで0.5dBm	+/- -13 to -7 dBm 共有SOAで0dBm	+/- -13 to -7 dBm 共有SOAで0dBm
直接変調	+ 2.5-10 Gb/s	- 155-622 Mb/s	- 155-622 Mb/s
各波長に対する 集積化外部変調	+ yes 低チャープ, 2.5-10 Gb/s	- no	+ yes 低チャープ, 2.5-10 Gb/s

(+) 有利及び (-) 不利

* フェーザ /DBRレーザの予測値

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US00/18865
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : H01S 3/10; G02B 6/12 US CL : 372/23; 385/14, 24; 359/130 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 372/23; 385/14, 24; 359/130 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Please See Extra Sheet.		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,870,512 A (Koch et al) 09 February 1999 (09.02.1999), entire document.	1-10
X	US 5,748,811 A (Amersfoort et al) 05 May 1998 (05.05.1998), col. 18, lines 24-67.	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 08 DECEMBER 2000		Date of mailing of the international search report 09 JAN 2001
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer CORNELIUS H. JACKSON Telephone No. (703) 308-0956

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US00/18865

B. FIELDS SEARCHED

Electronic data bases consulted (Name of data base and where practicable terms used):

EAST: (multiwavelength or multi-wavelength or multiwave-length or multi-wave-length) laser, DBR, phasor, spectrograph, (grating with (array waveguides)), broadband reflection, broadband mirror, multiplexer, cleaved facet

フロントページの続き

(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW